



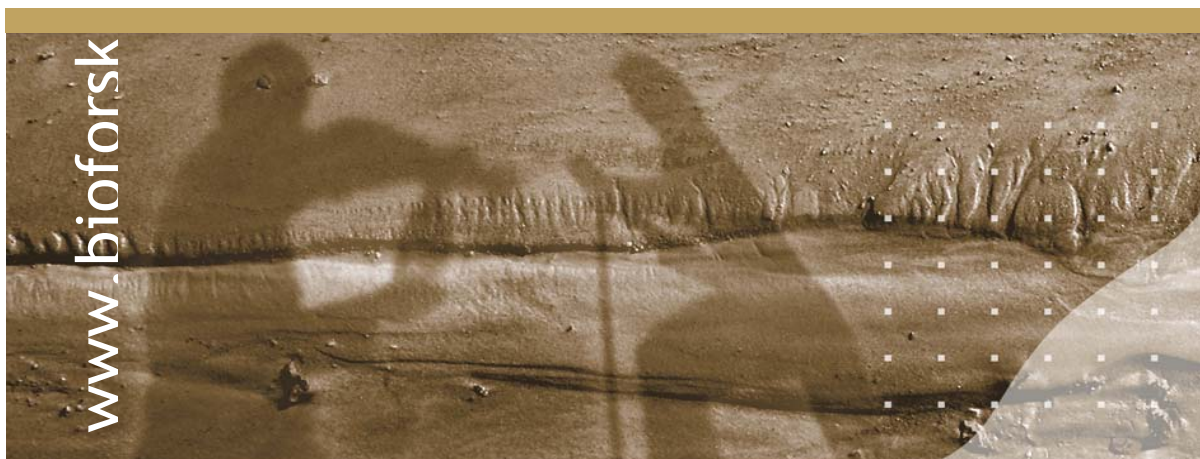
Bioforsk Rapport

Vol. 2 Nr. 73 2007

GIS avrenning for Ås 2005

Stein Turtumøygard og Lillian Øygarden

Bioforsk Jord og miljø





Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tel.: 64 94 70 00
Fax: 64 94 70 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Ås
Frederik A. Dahls vei 20
Tel.: 64 98 81 00
Fax: 64 94 81 10
jord@bioforsk.no

Tittel/Title: GIS avrenning for Ås 2005
Forfatter(e)/ Autor(s): Stein Turtumøygard og Lillian Øygarden

Dato/Date: 15. juni 2007	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 2110090	Arkiv nr.Archive No.:
Rapport nr.Report No.: 73/2007	ISBN-nr.: 978-82-17-00242-0	Antall sider/Number of pages: 15	Antall vedlegg/Number of appendix:

Oppdragsgiver/Employer: Landbrukskontoret i Follo	Kontaktperson/ Contact person: Svein Skøien
---	---

Stikkord/Keywords: GIS, erosjon, avrenning, landbruk	Fagområde/Field of work: Vann/vannkvalitet, avrenning, overvåking
--	---

Sammendrag: På oppdrag fra Landbrukskontoret i Follo har Bioforsk Jord og miljø beregnet flateerosjon fra landbruksarealer i Ås i 2005. Beregningene er utført med erosjonsmodellen GIS avrenning, som kombinerer Skog og landskap (tidligere NIJOS) sine erosjonsrisikokart med registerdata fra stønadsordningene. Erosjon er beregnet både for dagens drift og for ulike tiltaksalternativer der mer areal legges i stubb. Resultatene er summert opp pr delnedbørfelt innen kommunen. Rapporten gir også en beskrivelse av ulike indikatorer for å måle endringer i erosjonsrisiko som følge av omlegging i driftspraksis. Disse indikatorene vil kunne være aktuelle ved kommunens oppfølging av de regionale miljøprogrammene.
--

Summary:

Fylke/kommune: Ås

Ansvarlig leder/Responsible leader

.....
Lillian Øygarden

Prosjektleder/Project leader

.....
Stein Turtumøygard

Innhold

1. Innledning	3
2. Beskrivelse av GIS avrenning	4
2.1 Erosjonsformer og -prosesser	4
2.2 GIS avrenning - modellen	6
3. Metode	7
4. Registerdata	9
5. Flateerosjon - jordbruksareal	10
5.1 Beregnet flateerosjon. Effekt av stubb i klasse 2, 3 og 4	10
6. Indikatorer for resultatoppnåelse i regionale miljøprogram	12
6.1 Litt om indikatorer	13
6.2 Indikatorer for erosjon	13
6.3 Indikator - bruk av flateerosjon angitt som tonn jord	14

1. Innledning

Som ledd i oppfølgingen av regionale miljøprogram og tilskuddsordninger foretar Landbrukskontoret i Follo vurderinger av sammenhengen mellom virkemidler, gjennomførte tiltak og forventede miljøeffekter. I dette arbeidet inngår beregninger og sammenstillinger av data om landbruksdriften på flere ulike nivåer, herunder for nedbørfelt/delnedbørfelt.

Som planleggingsverktøy i oppfølgingen av Ås kommune har Landbrukskontoret valgt å benytte erosjonsmodellen *GIS avrenning* i samarbeid med Bioforsk Jord og miljø.

GIS avrenning beregner flateerosjon fra jordbruksarealet i nedbørfeltet, og er tidligere benyttet blant annet i forbindelse med tiltaksanalysen for Vansjø/Hobøl-vassdraget (Morsa-prosjektet), Borrevannet, Goksjø, Haldenvassdraget, Leira og ved en rekke andre områdetiltak.

GIS avrenning beregner flateerosjon på de enkelte skifter på basis av erosjonsrisikokart og driftsdata. Modellen tar utgangspunkt i risikokart for jorderosjon som er utarbeidet av Skog og landskap (tidl. NIJOS) på grunnlag av jordsmonnkart. Disse kartene viser imidlertid erosjonsrisikoen dersom alt areal blir høstpløyd. For å kunne vurdere den *aktuelle* erosjonsrisikoen, må en i tillegg ha informasjon om faktisk arealbruk og jordarbeiding. Gjennom søknader om produksjonstilskudd og miljøtiltak i landbruket blir det årlig samlet inn detaljerte data om bl.a. arealet av ulike vekster og jordarbeiding til korn og oljevekster for den enkelte driftsenhet. Disse registrene kan kombineres med data om erosjonsrisiko. Man kan også supplere med faktisk kartlagte data om den enkelte driftsenhet. Resultatet blir et mål for erosjonsrisikoen ved den aktuelle arealbruken. *GIS avrenning* presenterer resultatene på kart for hvert delnedbørfelt. Ved årlige beregninger er det mulig å følge utviklingen over tid og også presentere endringer på kart.

2. Beskrivelse av GIS avrenning

2.1 Erosjonsformer og -prosesser

Vannerosjon kan inndeles i tre former, *flate-* eller *tynnskikterosjon*, *rillerosjon* og *groperosjon* eller *grøfteerosjon* (eng. "gully"). Flateerosjon foregår relativt jevnt over arealet og etterlater ingen dype spor på overflata. Rillerosjon resulterer ofte i parallelle riller i jordoverflata med dybde fra noen cm til ca 20 - 30 cm og med varierende avstand. Rillerosjon er vanlig på jord med jevn overflate og lite utviklet plantedekke, f. eks. langs såradene i høstkorn. Groperosjon resulterer i groper eller grøfter av varierende dybde, som normalt ikke kan fjernes med tradisjonell jordarbeidingsredskap. Groperosjon foregår særlig i områder der overflatevannet konsentreres, f. eks. i dalbunner og dråg.



Figur 1. Eksempler på rillerosjon (venstre bilde) og groperosjon (høyre bilde)

Det er utviklet flere modeller for beregning av vannerosjon. Den mest brukte er den universelle jordtapsligningen (USLE) som har formen:

$$A=L*S*K*C*R*P$$

hvor

A=beregnet årlig jordtap pr. arealenhet som gjennomsnitt for en lang periode

L=faktor for hellingslengde

S=faktor for hellingsgrad

K=faktor for jordas eroderbarhet

C=faktor for vegetasjonsdekke og jordarbeiding

R=faktor for nedbør

P=faktor for ekstra erosjonshindrende tiltak (f. eks. terrassering og grasdekte vannveier)

USLE er utviklet i USA og kan i prinsippet brukes til å beregne flateerosjon. Den er ikke tilpasset norske forhold hvor tele og snøsmelting er viktige faktorer for erosjon. På grunnlag av en del erosjonsforsøk utført av Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB har en foretatt beregninger av C- og R-faktorene for norske forhold.

USLE blir brukt av Skog og Landskap (tidligere NIJOS) ved beregning av erosjonsrisikokart avledet fra jordsmonnkart. Faktorene for hellingsgrad og jordas eroderbarhet (S- og K-faktoren) blir beregnet på grunnlag av data fra jordsmonnkartet. R- faktoren settes som en konstant og C-faktoren varierer med planteslag og jordarbeiding, på grunnlag av erosjonsmålingene utført ved Institutt for plante- og miljøvitenskap ved UMB. Hellingslengden er satt til 100 m. I tilfeller hvor hellingslengden avviker betydelig fra 100 m, bør den beregnede erosjonen korrigeres. P-faktoren settes til 1 fordi det i beregningene forutsettes at det ikke blir gjort ekstra erosjons-hindrende tiltak.

På grunnlag av beregnet erosjon ved høstpløying blir det avledet fire erosjonsrisikoklasser:

Klasse	Beregnet jordtap, kg/dekar/år
1. Liten	0-50
2. Middels	50-200
3. Stor	200-800
4. Svært stor	>800

Modellen som beskrives i denne rapporten bygger på de samme erosjonsberegningene som erosjonsrisikokartene fra Skog og Landskap (tidligere NIJOS). Den viktigste forskjellen er at erosjonsrisikokartene forutsetter en bestemt arealbruk (høstpløying) mens *GIS avrenning* også tar hensyn til den *aktuelle* arealbruken. Den er først og fremst egnet til å vise eller anslå:

- forskjeller i risiko for flateerosjon mellom ulike eiendommer og nedbørfelt
- effekter av endret arealbruk og jordarbeiding

Modellen gir ikke et direkte mål for tilførsel av erosjonsmateriale til vassdrag. Dette skyldes bl a.:

- Den simulerer ikke groperosjon og erosjon i vannveier (forsenkninger).
- Den tar ikke hensyn til at en betydelig del av erosjonsmaterialet kan sedimentere på overflata og ikke nå ut i vassdragene (figur 2)
- Det brukes en konstant regnfaktor beregnet som middel for noen få år. Enkelte år kan erosjonen avvike sterkt fra en slik middelvei, blant annet som følge av variasjon i nedbør og klimaforhold. USLE-ligningen er heller ikke utformet med tanke på de spesielle norske vinterforhold.
- Modellen er ikke kalibrert for geografisk variasjon (vær) mellom ulike distrikter.



Figur 2. Betydelige mengder erosjonsmateriale kan sedimentere på jorden i partier med lav vannhastighet.

2.2 GIS avrenning - modellen

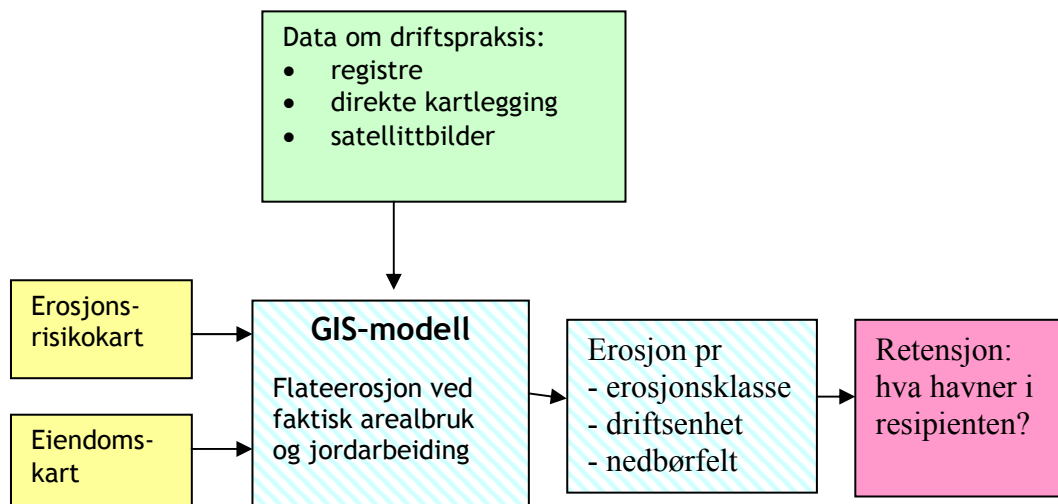
GIS-modellen beregner erosjonsrisiko fra jordbruksarealer på grunnlag av data om erosjonsrisiko klassifisert av Skog og Landskap (NIJOS) og driftspraksis hentet fra offentlige søknadsregistre eller fra direkte kartlegging på det enkelte skifte.

Datakilder for modellen er

- Digitale jordsmonnkart med beregnet risiko for flateerosjon ved høstpløying (NIJOS)
- Søknad om produksjonstilskudd med data om arealbruk og jordleie
- Søknad om tilskudd til endret jordarbeiding
- Landbruksregisteret med data om driftsenhet for de enkelte landbrukseiendommer
- Evt data fra direkte kartlegging av arealbruk.

Sluttresultatet fra modellen er beregnet erosjon pr år fra hver driftsenhet, fordelt på erosjonsrisikoklasser etter inndeling som brukes av Skog og Landskap (NIJOS). Driftsenheten er identifisert med *kommune/gnr/bnr for hovedeiendommen*. Dersom eieren dessuten leier annet areal, blir dette altså også medregnet i hans gnr/bnr.

Modellen er illustrert i figur 3.



Figur 3. Prinsippet for erosjonsberegning i GIS avrenning fra jordbruksarealer.

For hver erosjonsrisikoklasse beregnes både erosjon ved høstpløying av alt areal (maksimal erosjon), og erosjon ved dagens drift (aktuell erosjon). Ut fra dette kan man enkelt simulere effekter av ytterligere tiltak, f.eks. erosjon hvis all jord i erosjonsklasse 3 og 4 legges i stubb.

Resultatet av modellberegningen kan kombineres med digitale nedbørfeltkart, som f.eks hentes fra NVE's Regine-register eller genereres maskinelt ved å kombinere karttema for vannveier og 5-meters koter. Data kan aggregeres opp til nedbørfeltnivå, og presenteres som sumtall for de gruppene som er nevnt ovenfor. Hvis en driftsenhet strekker seg over flere nedbørfelt, foretas en proporsjonal fordeling av erosjonen i forhold til arealet.

Ved bruk av resultatene må man ta forbehold om visse forutsetninger som er gjort ved kobling av data om driftspraksis til erosjonsrisiko:

- Arealer om vekster fra Søknad om produksjonstilskudd er ikke knyttet til erosjonsrisiko. Permanent gras og areal ute av drift forutsettes å tilhøre de høyeste erosjonsklassene for eiendommen. For øvrig forutsettes vekstene å være jevnt fordelt mellom risikoklasser i forhold til arealet.
- Data om jordleie er lagt inn i beregningen, men det er gjort visse forenklinger, blant annet når driftsenheten går over flere kommuner.

3. Metode

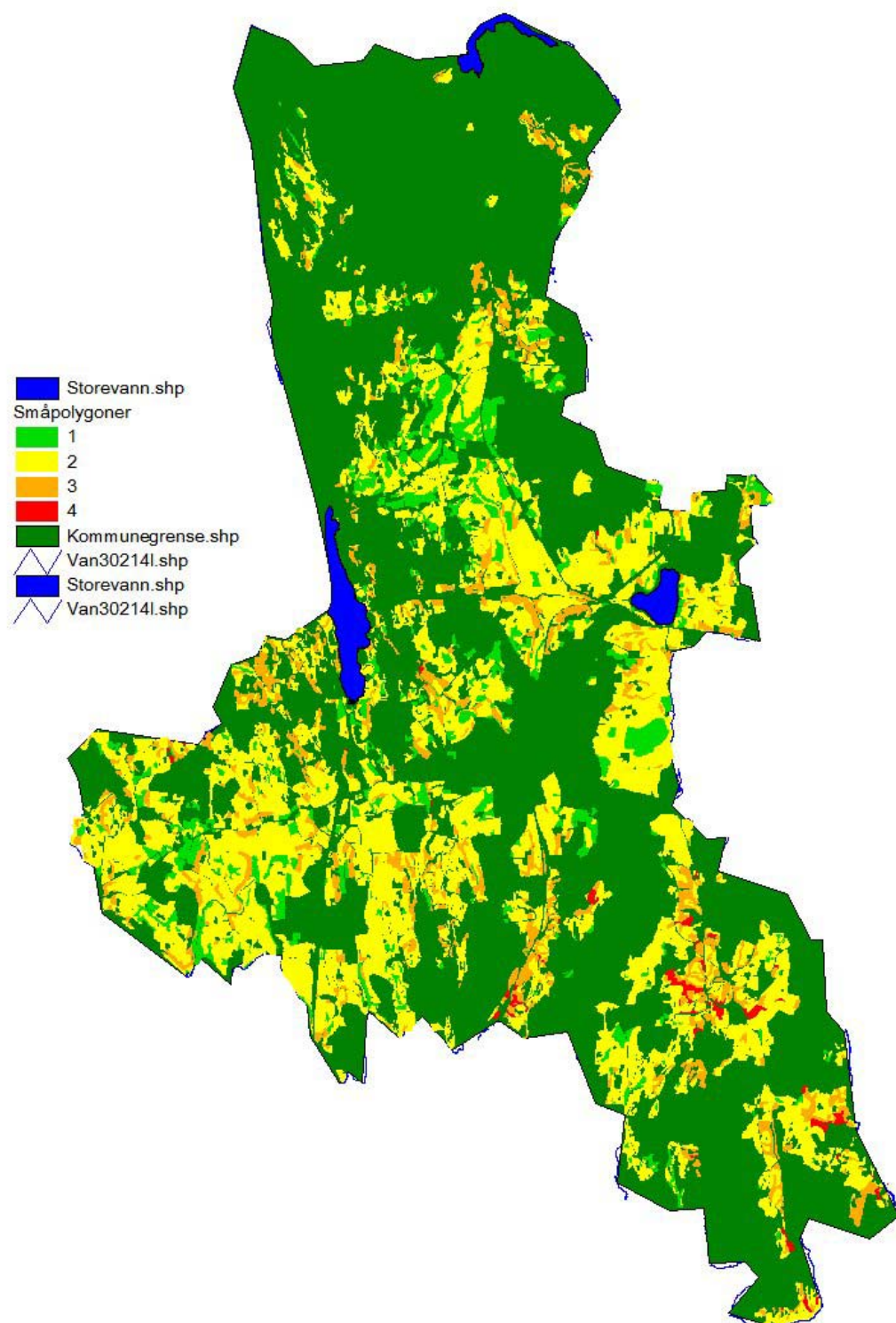
Prosjektet har omfattet tilrettelegging av data og digitalt kartgrunnlag, samt beregning av flateerosjon fra landbruksarealer i Ås kommune. Metodikken og modellen er nærmere beskrevet i Turtumøygard & Grønlund (2001). Beregningene av erosjonsrisiko er foretatt ved bruk av erosjonsrisikokart fra Skog og Landskap (NIJOS) gitt i figur 4 og registerdata (FMLA, SLF) som angir arealer med ulik drift.

Erosjonsrisiko er beregnet både med aktuell drift og med alternativet alt areal høstpløyd. For hver driftsform (vekst og jordarbeiding) er det beregnet erosjonsrisiko (C- faktor). Det er egne faktorer for høstpløying, høstharving, stubb, vårharving etc. (Turtumøygard og Grønlund 2001) og disse er brukt ved beregninger for de oppgitte arealer. Det er deretter foretatt en modellering av to mulig tiltak:

- alt areal i erosjonsrisikoklasse 3 og 4 legges i stubb
- alt areal i erosjonsrisikoklasse 2, 3 og 4 legges i stubb

Det er også mulig å gjøre beregninger for vegetasjonssoner og fangdammer og erosjon i forsenkninger, men slike beregninger har ikke vært omfattet i dette oppdrag.

Med utgangspunkt i det nasjonale registeret over nedbørfelt (Regine) har vi i samarbeid med Landbrukskontoret foretatt en inndeling av kommunen i 8 hovedresipienter. Erosjonsberegningene er summert opp for hver resipient/delnedbørfelt. GIS avrenning beregner risiko for jordtap og beregner relative endringer dersom eks jordarbeiding endres. I rapporten er det også gjort en vurdering over jordtap og risiko for fosfortap.



Figur 4. Ås kommune med jordsmonn og erosjonsrisikoklasser

4. Registerdata

GIS avrenning benytter tilgjengelige registerdata fra offentlige stønadsordninger:

- søknad om produksjonstilskudd
- søknad om tilskudd til tiltak mot avrenning i regionalt miljøprogram

Data om den enkelte eiendom kobles sammen ved bruk av Landbruksregisteret og registrert jordleie.

En del kartlagte arealer vil ikke være berettiget til tilskudd, f.eks. fordi de ikke lenger er i drift eller fordi eiendommen er for liten. Disse mangler vi data for i søknadsregistrene. Det samme vil gjelde for eiendommer som tilhører driftsenheter utenfor nedbørfeltet. Totalt omsøkt areal utgjør 88% av totalt kartlagt jordbruksareal i Ås.

Vi vet lite om driften på det ikke-omsøkte arealet. Selv om jordtaps-beregningene derved vil ligge noe for lavt, er dette av mindre betydning, ettersom vi hovedsakelig skal forholde oss til relative effekter av tiltak. Det vil eventuelt være enkelt å justere opp jordtapsberegningene til 100% ved å multiplisere tallene med 1,13.

5. Flateerosjon - jordbruksareal

5.1 Beregnet flateerosjon. Effekt av stubb i klasse 2, 3 og 4

Beregningene ble utført for hver enkelt driftsenhet og summert opp for hver delnedbørfelt. Tabell 1 viser resultatet av beregningene for fire ulike scenarier:

- Erosjon dersom alt tilgjengelig areal var høstpløyd
- Erosjon med dagens drift, som indirekte viser effekt av allerede gjennomførte tiltak
- Erosjon dersom også resterende areal i erosjonsrisikoklasse 3 og 4 legges i stubb.
- Erosjon dersom også resterende areal i erosjonsrisikoklasse 2, 3 og 4 legges i stubb.

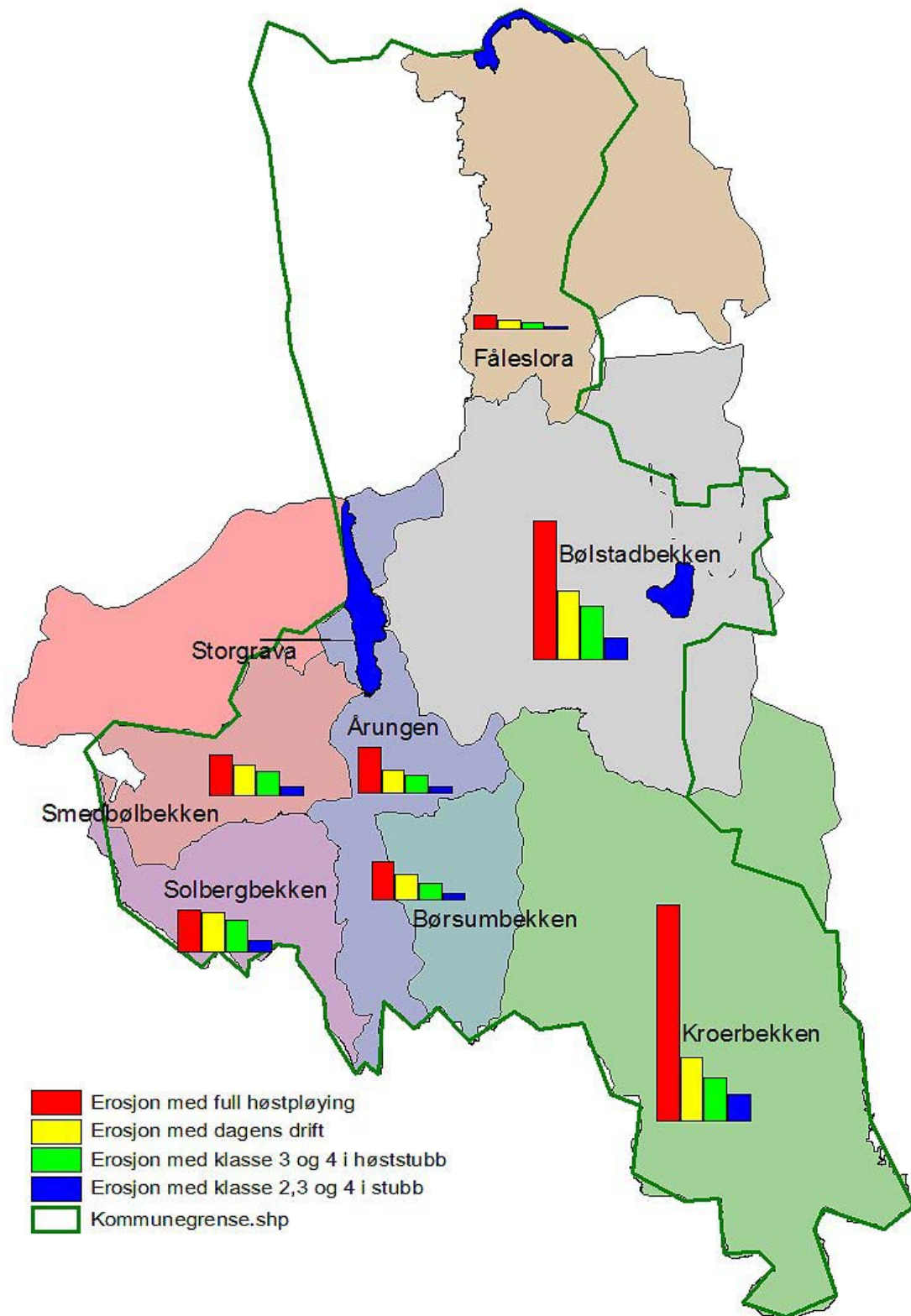
Beregningene omfatter overflateerosjon, mens andre erosjonsformer (rillerosjon, gropererosjon, grøfteerosjon) ikke er beregnet. For disse erosjonformer må en gjøre direkte kartlegging i nedbørfeltet. Beregningene i denne rapporten omfatter heller ikke effekter av vegetasjonssoner og fangdammer.

Tabell 1. Flateerosjon i Ås for 2005 beregnet med GIS avrenning på delnedbørfeltnivå (tonn jordtap/år).

Nedbørfelt	Erosjon hvis alt areal høstpløyd	Erosjon med dagens drift		Erosjon hvis klasse 3 og 4 i stubb		Erosjon hvis klasse 2, 3 og 4 i stubb	
		Tonn	% av alt høstpløyd	Tonn	% av alt høstpløyd	Tonn	% av alt høstpløyd
Storgrava	11	6	54	3	27	1	9
Bølstadbekken	1345	662	49	519	38	207	15
Årungen	446	230	51	178	39	66	14
Kroerbekken	2109	614	29	416	19	255	12
Fåleslora	132	86	65	62	46	27	20
Solbergbekken	411	386	93	304	73	108	26
Børsumbekken	362	240	66	154	42	59	16
Smedbølbekken	402	302	75	232	57	90	22
Sum	5218	2526	48	1868	35	813	15

Beregningene er også vist ved søylediagrammer i figur 5.

Disse absolutte beregningene av jordtap må tas med forbehold, blant annet fordi erosjonsrisikokartene er beheftet med klare begrensninger. Det er derfor mest aktuelt å se på de relative beregningene, dvs *forholdet* mellom erosjonsverdiene i de to første kolonnene i tabell 1. Vi ser at det allerede er gjennomført betydelige tiltak i nedbørfeltet, i det dagens flateerosjon utgjør bare ca halvparten av nivået sammenlignet med om alt areal var høstpløyd. Likevel er det fremdeles et betydelig potensiale i å legge mer areal i stubb, som vist i de to siste kolonnene i tabellen. Det er også viktig å fortsette med den positive utviklingen som har vært med endret jordarbeiding. Økt utbredelse av høstkorn som jordarbeides om høsten kan virke i motsatt retning her. I beregninger til denne rapporten er det til høstkorn som jordarbeides om høsten brukt samme verdi for erosjonsrisiko som for høstpløyd arealer. Det skyldes at høstkorn kan ha variabel erosjonsrisiko avhengig av jordarbeiding og plantedekkets utvikling ved nedbørepisoder om høsten. I denne rapporten er det lagt hovedvekt på en oppsummering for hvert delnedbørfelt av erosjon, men det er ikke presentert statistikk over arealer og alle kombinasjoner av vekster og jordarbeiding.



Figur 5. Erosjon fra landbruksareal i Ås. Sum pr nedbørfelt.

5.2 Jordtap og fosfortap.

Ut fra beregninger av jordtap ved ulik jordarbeiding kan man også gjøre beregninger av hvordan de relative endringer ved ulike scenarier vil virke inn på fosfortap i de samme delnedbørfelt. Det gjøres ulike beregninger over sammenhengen mellom jordtap og fosfor innhold. Gjennomsnittlig fosforinnhold på jordpartikler regnes ofte å variere i størrelsesorden 1- 2 ‰ (Krogstad & Løvstad, 1987). Målinger av erosjon fra enkeltjorder på Romerike, Akershus (Øygarden, 1989) viste årstidsvariasjoner mellom 0,6- 1,8 ‰.

I det Nasjonale overvåkingsprogrammet: Jord og vannovervåking i jordbruket - JOVA er det dokumentert stor variasjon i fosforavrenning mellom forskjellige nedbørfelt. Disse målingene (bekkemålinger) omfatter alle bidrag i jordbrukslandskapet. I Skuterudbekken, Ås (tabell 2) er det målt et gjennomsnittlig jordtap på 162 kg /daa og fosfortap 0,25 kg/daa. For Mørdrebekken, Nes er gjennomsnittlig jordtap 118 kg/daa og fosfortapet 0,16 kg /daa (Vandsemb et al. 2003).

I tiltaksanalysen for Morsa (Lyche Solheim et al. 2003) ble det brukt avrenningskoeffisienter for total P fra 0,17 - 0,19 kg /daa for Øvre Hobøelva og Kråkstadelva med stor erosjon, mens det ble benyttet 0,07 kg tot P/daa for Vanemfjorden og Mosseelva.

Tabell 2. Målte jord og fosfortap (kg/daa) i Skuterudbekken og Mørdrebekken, presentert som gjennomsnittstap og variasjonsbredde (i parentes). Avrenningskoeffisienter benyttet for Morsa-utredningen (Lyche Solheim et al. 2003).

Nedbørfelt	Jordtap (kg/daa)	Fosfortap (kg/daa)	Forholdstall Tot-P/Jordtap
Skuterudbekken, Ås	162 (41- 304)	0,25 (0,07- 0,57)	(1,5 -1,8)
Mørdrebekken, Nes	118 (29 - 272)	0,16 (0,08 - 0,30)	(1,1- 2,8)
Morsa		0,07- 0,19	

Disse tallene er tatt med for å illustrere variasjon i målt fosforavrenning og fosforkoeffisienter. Ved gjennomføring av erosjonshindrende tiltak vil en ofte få noe mindre reduksjon i fosforavrenning enn i jordtapet. For "Tiltaksanalysen i Vansjø Hobøl" (Morsa-vassdraget) ble det brukt en faktor på 0,75 % fosforreduksjon i forhold til reduksjon i jordtap.

Beregningene med GIS avrenning gir som resultat endringer i relativ risiko for flateerosjon. Jordtapet er beregnet for hvert delnedbørfelt. Metoden gir ikke tilførselstall til resipient, den inneholder bl.a ikke hva som skjer med tilbakeholdelse av partikler fra de er løsrevet på et jorde til de havner i bekken. P-konsentrasjonen kan øke i forhold til suspendert tørrstoff når det inngår andre kilder til P-transport. Dette kan være avrenning fra nylig tilført husdyrgjødsel, utfrysing av P fra plantemateriale. I nedbørfelter kan punktutslipp fra husdyrbruk eller spredt avløp bidra til høyere P/SS forhold. Erosjon og utglidning av undergrunnsjord i bekkekanter vil derimot bidra til et lavere P/SS forhold.

I denne rapporten er hovedfokus på beregning av flateerosjon og gjennomføringsgrad av endret jordarbeiding. Det er brukt forholdstall for fosfor på 1,18 promille, men tallene er beheftet med usikkerhet. Disse tall er tatt fra Øgaard og Krogstad, 1995 og Bechmann et al., 2007 som har gjort beregninger av fosforinnhold i erosjonsmateriale for Skuterudbekken i Ås. Ved bruk av dette forholdstallet på beregnede jordtap gitt i tabell1 vil dagens erosjon bidra med et fosfortap ved flateerosjon på 2980 kg.

Selv om tallene er beheftet med usikkerhet gir de estimerer på variasjoner mellom delnedbørfelt. Tabell 1 viser også potensialet for videre reduksjoner i erosjon og fosforap mellom delnedbørfeltene. Den viser også effektene både ved endret jordarbeiding for erosjonsrisikoklasse 3 og 4 og ved alternativet endret jordarbeiding også for erosjonsrisikoklasse 2.

5.3 Litt om indikatorer

Ved vurderinger av erosjonsrisiko som eks. NIJOS inndeling i erosjonsrisikoklasser og ved bruk av GIS avrenning for beregning av tiltakseffekter ved ulik jordarbeiding blir erosjonen beregnet som et gjennomsnitts jordtap forutsatt samme arealbruk over en lang periode. Ved denne rangering av erosjonsrisiko kan en vurdere effekter av ulik jordarbeiding opp mot hverandre eller studere relativ utvikling i tid for et område eller et enkelt skifte. Denne bruk av gjennomsnittsverdier kan ikke brukes som direkte mål for tilførselsverdier av partikler til for vassdrag for enkelte år. En direkte sammenligning med målte verdier av eks. partikkelkonsentrasjon i avrenningsprøver blir dermed ikke riktig. Slike risikoberegninger vil ikke gi forskjeller i partikkelavrenning mellom tørre og våte år eller fange opp ekstremepisoder. Det er den langsiktige effekten av ulik arealbruk på risikoen for jordtap som måles mot hverandre.

5.4 Indikatorer for erosjon

Med bakgrunn i ovenfor nevnte forutsetninger er det mulig å bruke ulike indikatorer for å vurdere graden av måloppfylling. Bruk av indikatorer gir mulighet for å dokumentere endringer og trender i utvikling og hvor stort omfang de har. Nøyaktigheten av dem vil avhenge av hvor gode data som er tilgjengelig for å gjøre slike sammenligninger. Dersom man i et område har data for alt areal er det mulig å bruke % vise sammenligninger. Indikatorer som viser om erosjon reduseres er indikatorer for de faktorer som påvirker erosjon:

- **Vekstfordeling**
Areal av ulike vekster. Arealandel av gras og andel åpen åker vil si noe om risiko for åpen jord. En endring til mer gras vil eks redusere risikoen, mens økning i potet og grønnsaksarealet vil øke risikoen.
- **Jordarbeiding**
Areal med ulik jordarbeiding for åpen åker vekstene. Dersom man har data for alt areal eller forutsetter samme arealandel vekster vil endring fra høstpløying til høststubb eller våarbeiding eller direkte såing redusere erosjonsrisikoen og være indikatorer på positiv utvikling.
- **Kombinasjon vekst, jordarbeiding, erosjonsrisiko**
Dersom man relaterer både vekstvalg og jordarbeiding til hvilken erosjonsrisikoklassene arealene har vil det gi ekstra informasjon som indikator. Da vil en kunne gi oversikter over hvor stor andel av jord i erosjonsrisikoklasse 3 eller 4 som pløyes og fremdeles har stor risiko eller om alt areal er i stubb og har minimal risiko. En slik vurdering gir mulighet for målretting av effektive tiltak for raskere å oppnå effekter i vassdrag. Høyrisikoarealer blir mer fokusert enn om endret jordarbeiding relateres til totalarealet uten oppdeling i erosjonsrisikoklasser.
- **Avstand til vannforekomst**
Dersom ulik arealbruk også relateres til arealenes beliggenhet i forhold til vannforekomst vil en ytterligere kunne videreutvikle bruken av indikatorsystemet. En slik bruk vil eks. si noe om tilstanden på areal grensende til vann som hele jorder, evt. 20 meters belter. Slike data er ikke vanlig forekommende, men er mulig å utvikle.
- **Tiltaksgjennomføring**
Graden av gjennomføring kan relateres til tapstall der en tar utgangspunkt i at alt areal er høstpløyd, enten av total arealet eller av arealet med åpen åker. Da får en relative tall i forhold til "verste" tilfeller. Samtidig gir det en påminnelse om at endret jordarbeiding er en aktiv beslutning hvert år og at høstpløying fremdeles er en aktuell jordarbeiding for mange.

5.5 Indikator - bruk av flateerosjon angitt som tonn jord

En slik bruk av indikator krever varsomhet i klargjøring av forutsetninger og bruk. Det kan være fristende å bruke slike kg tap som en direkte tilførselsberegning til vassdrag for det enkelte år, mens forutsetningene er basert på gjennomsnittsbetraktninger. Dette er særlig viktig om man bruker erosjonsrisikokartene utenom områder de er kalibrert for. Dagens erosjonsrisikokart er kalibrert for Romerike og med den erosjonsmengden som er /var der. Ved bruk i andre områder kan jordtapene være høyere eller lavere og dette kan bli misvisende om man oppgir tallene i kg tapt jord. Ved å relatere tap i forhold til høstpløying unngås diskusjonen om nivå. Ved en forbedring i erosjonsrisikokartene til å ta inn klimavariasjonen unngås denne diskusjonen. Dersom man likevel velger å bruke kg tapt jord som en indikator må man være oppmerksom på dette forholdet. En sammenligning med bruk av tapstall kan ofte være en enkel måte å illustrere utvikling på. Så en må veie nytten opp mot klargjøring av forutsetningene for bruken.

I noen beregninger ønskes kostnadseffektivitet ved gjennomføring av tiltak. Man ønsker eks å vite kostnaden med å redusere erosjon med et gitt kg mengde. Det er spesielt i slike tilfeller en må vurdere erosjonsnivå i forhold til det område erosjonsrisikokartene er beregnet for. I slike sammenhenger blir erosjon også ofte vurdert i forhold til andre målinger som måtte finnes i vassdrag for å justere nivået.

GIS avrenning beregner endring i erosjonsrisiko for flateerosjon dersom man endrer jordarbeiding i forhold til høstpløying. Slike relative tall er veldig pedagogisk å bruke og uproblematiske. Disse tallene er ikke ment som tilførselsberegninger for hva som tilslutt havner på et gitt punkt i vassdraget. Da må man trekke inn tilleggsvurderinger i forhold til transport og retensjon i landskapet. Da blir tilførselstallene (kg/daa) mye lavere og dette blir mer riktig om man skal bruke det til tilførselsberegningene. Men rangeringen innbyrdes mellom arealene blir det samme.

Uansett hvilke type indikator man bruker er det viktig å definere hva den inneholder /beskriver og forutsetningene bak den. Ulike indikatorer kan brukes til ulike formål. Dersom resultatene deles inn pr kommune eller pr delnedbørfelt, har man allerede gjort valg som har betydning for indikatorbruken.

6. Referanser

Solheim, A. L., Vagstad, N., Kraft, P.I., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Turtumøygard, S. og Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobølvassdraget)-sluttrapport. NIVA rapport LNR 4377-2001. 104 s.

Turtumøygard, S. og Grønlund, A. 2001. GIS avrenning. Beregningsmodell for erosjon fra landbruksarealer. Jordforsk rapport nr 48/01. 16 s.

Turtumøygard, S., L. Øygarden og Jon Randby 2005. GIS avrenning. Planleggingsverktøy for tiltak mot erosjon fra landbruksarealer. Jordforsk rapport nr 26/05. 33 s.

Vandsemb, S. M., Bechmann, M., Eggestad, H.O., Øygarden, L. og Deelstra, J. 2003. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksarealer. Resultater fra Jord og vannovervåking i landbruket (JOVA) 2002/03. Jordforsk rapport nr 102.

Øgaard, A.F. og Krogstad, T. 1995. Grunnlag for estimering av fosforavrenning fra dyrka mark. Konsentrasjoner av P-fraksjoner, P-avrenning fra engarealer, P-gjødsling. Rapport nr. 1/95. Ås, Norges Landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag. 12 s.

Øygarden. 1989. Utprøving av tiltak mot arealavrenning i Akershus. Handlingsplan mot landbruksforurensninger. Rapport nr. 6. 112s. GEFO, Ås. ISBN 82- 7467-014- 0.